

После вычисления S , J_1 , J_2 , J_3 и учета их выражений в (3) имеем:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4}(D_4^4 + D_2^4 - D_3^4 - D_1^4) + \frac{na}{2m}(D_3^4 - D_2^4) \succ \\ & \succ \frac{\ell^2 \alpha \Delta T}{\pi^2} \left[D_4^2 + D_2^2 - D_3^2 - D_1^2 + \frac{n\pi}{2m}(D_3^2 - D_2^2) \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где D_1 и D_2 – соответственно внутренний и внешний диаметры внутренней трубы;

D_3 , D_4 – соответственно внутренний и внешний диаметры наружной трубы;

$$m = \frac{(1+k)n}{2}, \quad k = \frac{\phi_2}{\phi_1}.$$

Неравенство (4) связывает геометрические и физические характеристики провисающей части трубопровода. Выполнение неравенства (4), на основании которого имеется возможность решения различных проектных задач для строительства подводного продуктопровода с вариантом его укладки в подводную траншею на дне моря, обеспечивает устойчивость провисающей части трубопровода

ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. – М., 1970. – С. 544.
2. Бородавкин, П.П. Подводные трубопроводы / П.П. Бородавкин, В.Л. Березин, О.Б. Шадрин. – М.: Недра, 1979. – С. 415.

УДК 631.348

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО ЗНАЧЕНИЯ СЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДА, ПОГРУЖАЕМОГО НА БОЛЬШИЕ ГЛУБИНЫ

**Р. А. Гасанов¹, М. И. Мустафаев², М. Г. Акперов²,
Р. М. Абышова¹, Ф. К. Байрамова¹**

¹ *Азербайджанская государственная нефтяная академия,
г. Баку, Азербайджанская Республика*

² *Азербайджанская государственная нефтяная компания,
г. Баку, Азербайджанская Республика*

В работе рассмотрено напряженно-деформированное состояние подводного трубопровода, находящегося под действием различных силовых факторов.

Целью работы является моделирование нагружения трубопроводной секции для определения предельного расстояния между двумя утяжелителями подводного трубопровода при его погружении на большие глубины.

Как известно, при погружении трубопровод наполняется водой, а для сохранения прочности армируется бетонным покрытием. Такая трубопроводная секция подвергается действию веса заполняющей ее водной массы, сил тяжести трубопровода и огибающего его бетона, выталкивающей архимедовой силы, а также подводных течений. Предполагается, что вес трубопровода, заполненного водой, бетона, огибающего трубопровод, и архимедова сила действуют вертикально, а подводные течения – горизонтально.

Обозначив внешний и внутренний диаметр трубопровода через D и d , объемный вес морской воды, бетона, стали – соответственно ρ_w, ρ_b и $\rho_{ст}$, скорость подводного течения – v , ускорение свободного падения – g , вычисляют силы, действующие на 1 м длины трубопровода. К ним относятся вес воды, заполняющий трубопровод, его собственный вес и выталкивающая сила воды – архимедова сила.

Так как толщиной бетонной оболочки заранее не задавались, вес бетона сразу не определяется. Внешний диаметр бетонной оболочки D_b определен из неравенства, полученного следующим утверждением: сумма сил тяжести воды, трубы и бетона должна быть больше, чем архимедова сила.

По значениям D_b по известным формулам вычислены давление подводного течения, приходящееся на 1 м длины трубопровода, и вес бетонной оболочки единичной длины.

Рассмотрено деформационное состояние секции трубопровода между утяжелителями и определены внутренние усилия в ее сечениях. В итоге суммированием всех вертикальных и горизонтальных сил получена результирующая сила.

Так как жесткость трубопровода во всех направлениях одинакова, напряженно-деформированное состояние от направления результирующей силы не зависит. Выведена формула для определения приведенной жесткости трубопровода. Определено условие прочности для секции трубопровода, который представлен кривым брусом малой кривизны. В это условие входит расстояние между утяжелителями в четвертой степени. Исходя из этого условия рассчитывается предельно допустимое расстояние между двумя утяжелителями, позволяющее осуществлять безаварийное нагружение трубопроводной секции, равной этому расстоянию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородавкин, П.П. Подводные трубопроводы / П.П. Бородавкин, В.Л. Березин, О.Б. Шадрин. – М.: Недра, 1979. – 375 с.

2. Герштейн, М.С. Погружение подводных трубопроводов на большие глубины / М.С. Герштейн, Б.Н. Крупкин. – М.: Недра, 1979. – 248 с.

3. Бородавкин, П.П. Строительство магистральных трубопроводов в сложных условиях / П.П. Бородавкин, А.Х. Синарчин. – М.: Недра, 1965. – 318 с.

УДК 622.692.4

К ВОПРОСУ ВЫБОРА РАСЧЕТНЫХ СХЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОПОЛЗНЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОД

М. И. Гидзяк, И. П. Гидзяк

*Ивано-Франковское областное бюро технической инвентаризации,
г. Ивано-Франковск, Украина*

Известно, что при сооружении магистральных трубопроводов в горных районах, особенно на поперечных склонах, используется специальная инженерная конструкция в виде полки, а также сооружаются временные подъездные дороги. В процессе производства этих работ на больших участках ведется вырубка леса, подрезание склонов и др. При этом обнажаются коренные породы. Выполнение необходимого комплекса работ приводит к изменению равновесного состояния грунтовых масс на склоне, разрушению поверхностного слоя грунта и дернового покрытия, которые защищают нижележащие слои грунта от размывания и выветривания, особенно в период длительной эксплуатации. В связи с этим создаются предусловия образования, формирования и развития оползневого процесса на данных участках, что в свою очередь влияет на безопасную работу трубопровода в целом.

Для того чтобы дать оценку устойчивости оползневых участков, необходимо правильно определить скорость движения грунтовых масс, выбрать расчетную схему с учетом особенности геологического строения склонов, т.е. произвести генерализацию геологических разрезов в виде расчетных схем.

Основными признаками распознавания оползневых процессов на склоне являются:

- их форма (значительно вытянутая в плане, грушевидная);
- состояние грунта в граничном слое (слой, где скорость движения грунта меняется от нуля к максимуму);
- характер изменения скорости (движение грунта со скоростью от миллиметров до метров и больше);
- прямая зависимость активности и скорости от атмосферных осадков.